



PCT/CH 37 00305 15 NOV 2004 #2

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 20 MAY 2003

WIPO

PCT

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 13. MAI 2003

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti

H. Jenni
Heinz Jenni



1995-1996

Patentgesuch Nr. 2002 0846/02

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:
Vorrichtung zur Dosierung von Substanzen.

Patentbewerber:
Chemspeed Ltd.
Rheinstrasse 32
4302 Augst

Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG Patentanwälte
Holbeinstrasse 36-38
4051 Basel

Anmeldedatum: 17.05.2002

Voraussichtliche Klassen: G01G



Vorrichtung zur Dosierung von Substanzen

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Dosierung von Substanzen, wie sie in
5 den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche 1 und 26 definiert sind.

Im Labor erfolgt das Dosieren von Substanzen in Behälter in vielen Fällen durch manuelle Zugaben mit einem Spatel in
10 den zu befüllenden Behälter oder in einen Zwischenbehälter, der anschliessend in den zu befüllenden Behälter entleert wird, wobei der Behälter oder Zwischenbehälter auf eine Waage gestellt wird. Die erreichbare Präzision ist dabei durch die Geschicklichkeit des Experimentators limitiert.
15 Das Vorgehen ist nur mit grossem technischen Aufwand automatisierbar. Zudem lassen sich die häufig vorkommenden Überdosierungen manuell nur umständlich und automatisiert nur mit noch grösserem Aufwand korrigieren. Im Weiteren kann nicht jeder Behälter auf eine Waage gestellt werden,
20 und selbst wenn dies möglich ist, kann nicht ortsunabhängig dosiert werden.

Aus diesen Gründen wurde von der Firma Chemspeed Ltd., CH-4302 Augst, eine in der WO 02/29369 A1 offenbarte Do-
25 siervorrichtung entwickelt, die eine kontinuierliche, von oben gravimetrisch kontrollierte Dosierung in einen beliebigen Behälter an einem beliebigen Ort innerhalb des Arbeitsbereiches eines Roboterarmes ermöglicht. Dabei muss aber die Dosierevorrichtung auf die zu dosierende Substanz
30 abgestimmt werden und/oder die Substanz muss bestimmte Anforderungen betreffend Rieselfähigkeit oder das Fliessverhalten erfüllen, um kontinuierlich dosiert werden zu können.

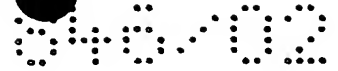
10

15

20

30

35



festen oder flüssigen Substanzen und von unterschiedlicher Konsistenz sein. Das Annäherungsverfahren kann problemlos automatisiert werden. Ausserdem kann sehr einfach aus vielen Vorratsbehältern in viele Zielgefässe dosiert werden. Ausserdem ist die Dosierung zumindest dann nicht ortsgebunden, wenn eine Waage eingesetzt wird, die von oben das Gewicht der Substanzaufnahmeeinrichtung, der Entleereinrichtung und der in den Substanzkompartimenten vorhandenen Substanz misst.

10

Die Steuermittel umfassen beispielsweise eine Rechneinheit mit einem Prozessor und elektrische Leitungen zur Waage und zur Entleereinrichtung.

15

Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante umfasst die Substanzaufnahmeeinrichtung Substanzkompartimente verschiedener Grössenklassen, mit denen verschiedene Mengen an zu dosierender Substanz aufnehmbar sind. Dies ermöglicht eine raschere Annäherung an die gewünschte Dosiermenge, da zunächst mit grösseren Substanzkompartimenten eine Grobannäherung durchführbar ist, die dann durch Entleerung kleinerer Substanzkompartimente verfeinert werden kann. Durch die verschiedenen Grössenklassen kann zudem ein grosser Bereich abgedeckt werden und dennoch mit hoher Auflösung dosiert werden.

25

Vorzugsweise sind zumindest einige der Grössenklassen über mindestens einen Faktor 5 abgestuft, beispielsweise im Verhältnis 1:2:5. Bei einer vorteilhaften Alternative sind die Grössenklassen über einen Faktor 9 abgestuft, beispielsweise im Verhältnis 1:3:9. Da die für die Dosierung notwendigen Berechnungen normalerweise durch einen Prozessor vorgenommen werden, sind auch beliebige nicht-ganzzahlige Verhältnisse verwendbar, die sich beispielsweise durch die Herstellung der Substanzkompartimente ergeben können.

35



Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante sind mindestens einige der Substanzkompartimente mit zu dosierender Substanz vorgefüllt und vorzugsweise verschlossen. Die Substanzkompartimente können beispielsweise vorgefüllt gekauft und/oder gelagert werden und dann bei Bedarf von der erfindungsgemässen Vorrichtung aufgenommen und entleert werden. Der Verschluss kann zum Beispiel aus einer Folie bestehen, die unmittelbar vor der Verwendung als ganzes abgezogen wird oder die alternativ dazu durch einen zum Entleeren des Substanzkompartiments eingesetzten Druckstoss oder einen anderen physikalischen oder chemischen Prozess derart geöffnet wird, dass sie vorteilhafterweise so reisst, dass keine Rückstände der Folie in die zu befüllenden Gefässe fallen. Z.B. auf einer Trägerplatte ist es auch möglich, verschiedene Substanzkompartimente mit verschiedenen Substanzen vorzubefüllen, wobei diese verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften haben können.

Mit Vorteil sind die Substanzkompartimente durch vertikal angeordnete Röhrchen gebildet. Diese Röhrchen sind beispielsweise aus Glas, Kunststoff oder Metall, zylindrisch und werden zum Aufnehmen von Substanz vorzugsweise in die Substanz eingetaucht oder eingesteckt und wieder herausgezogen. Dies kann auf einfache Weise automatisiert erfolgen, braucht es doch hierzu nur eine Einrichtung zur vertikalen Verstellung der Substanzkompartimente oder des die Substanz enthaltenden Vorratsbehälters.

Bevorzugt weisen die Röhrchen grössenklassenweise verschiedene Innendurchmesser auf. Beim Eintauchen oder Einstechen der Röhrchen in die Substanz und anschliessendem Herausziehen der Röhrchen bleiben dann bei genügend kleinen Innendurchmessern unterschiedliche Substanzmengen in den Röhrchen verschiedener Grössenklassen hängen.

Vorteilhafterweise sind die Innendurchmesser der Röhrrchen kleiner als 5 mm, vorzugsweise kleiner als 1 mm, bevorzugter kleiner als 0,5 mm, noch bevorzugter kleiner als 0,1 mm. Dadurch ist gewährleistet, dass auch sehr feine pulverförmige Substanzen sowie flüssige Substanzen von den Röhrrchen aufgenommen werden können.

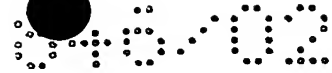
Bevorzugt verjüngen sich mindestens einige der Röhrrchen von oben nach unten. Dadurch steht oben mehr Platz für die Entleereinrichtung oder die Aufnahme von Substanz zur Verfügung.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante sind mindestens einige der Röhrrchen unten zugespitzt oder scharfkantig ausgebildet. Dies ermöglicht ein einfacheres Einstechen in pulverförmige oder feste Substanzen und führt bei flüssigen Substanzen zu einem regelmässigeren Loslösen von Tropfen, d.h. zu einem gleichmässigeren Füllstand von Röhrrchen der gleichen Grössenklasse.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante sind mindestens einige der Röhrrchen mit zu dosierender Substanz vorgefüllt, wobei vorzugsweise die beiden Enden der Röhrrchen mit einer Folie verschlossen sind. Die Röhrrchen können beispielsweise vorgefüllt gekauft und/oder gelagert werden und dann bei Bedarf von der erfindungsgemässen Vorrichtung aufgenommen und entleert werden.

Mit Vorteil weisen mindestens einige der Substanzkompartimente eine Innenfläche mit einem arithmetischen Mittenrauhwert R_a grösser als 0,5 μm auf. Dadurch wird die aufgenommene Substanz gut gehalten.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante weist die er-



findungsgemässe Vorrichtung verschiedene Klassen von Substanzkompartimenten mit Innenflächen mit unterschiedlichen arithmetischen Mittenrauhwerten R_a auf. Da die Innenflächen der Substanzkompartimente verschiedener Klassen unterschiedliche arithmetische Mittenrauhwerte R_a aufweisen, halten die betreffenden Substanzkompartimente klassenweise unterschiedliche Mengen an Substanz zurück. Dies ermöglicht eine raschere Annäherung an die gewünschte Dosiermenge.

10 Vorzugsweise weisen mindestens einige der Substanzkompartimente an ihrer Innenfläche flexible Lamellen und/oder Widerhaken auf. Dadurch wird die zu dosierende Substanz besser im Substanzkompartiment gehalten.

15 Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante weist die erfindungsgemässe Vorrichtung verschiedene Klassen von Substanzkompartimenten mit Innenflächen mit unterschiedlicher Benetzbarkeit auf. Dadurch können Kapillarkräfte optimal ausgenützt werden und die betreffenden Substanzkompartimente können klassenweise unterschiedliche Mengen an flüssiger Substanz zurückhalten, was eine raschere Annäherung an die gewünschte Dosiermenge ermöglicht.

25 Mit Vorteil ist die Substanzaufnahmeeinrichtung von der Entleereinrichtung automatisch lösbar, beispielsweise durch Abstreifen an einem fixen Teil. Substanzaufnahmeeinrichtungen können so automatisch ausgetauscht werden, beispielsweise bei einem Substanzwechsel, und allenfalls auch kostengünstig für den Einmalgebrauch ausgebildet werden, wodurch die Gefahr von Verunreinigungen durch andere zu dosierende Substanzen ausgeschlossen werden kann.

35 Vorzugsweise sind die Substanzkompartimente in der Substanzaufnahmeeinrichtung einzeln montiert und ist ihre Anzahl varierbar. Es können dann jeweils so viele Substanz-



kompartimente einer Klasse montiert werden, wie gerade benötigt werden.

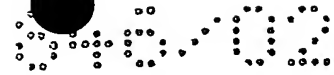
5 Bevorzugt sind die Substanzkompartimente in der Substanz-
aufnahmeeinrichtung einzeln zwischen einer Füllposition, in
der sie befüllbar sind, und einer inaktiven Position, in
der sie nicht befüllbar sind, verstellbar montiert. Es kön-
nen dann jeweils so viele Substanzkompartimente einer
Klasse in die Füllposition gebracht werden, wie gerade be-
10 nötigt werden. Die Verstellbarkeit der Substanzkomparti-
mente kann beispielsweise durch ihre Lagerung in Rohren,
aus denen sie ausgefahren werden können, sichergestellt
werden.

15 Vorteilhafterweise umfasst die erfindungsgemäße Vorrich-
tung Mittel zur vertikalen Verstellung der Substanzaufnah-
meeinrichtung. Dies ermöglicht auf einfache Weise das Ein-
tauchen oder Einstechen der Substanzkompartimente in aufzu-
nehmende Substanz und das wieder Herausziehen der Substanz-
20 kompartimente.

Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante umfasst die Ent-
leereinrichtung Mittel zur Beaufschlagung jedes einzelnen
Substanzkompartiments mit Druckgas. Ein pneumatischer oder
25 ein anderer Druckstoss kann beispielsweise durch Öffnen ei-
nes Ventils, irreversibles Zerstören eines dafür vorgesehe-
nen Bauteils oder Entleeren eines Druckbehälters erzeugt
werden. Durch die Beaufschlagung mit Druckgas kann ein Sub-
stanzkompartiment auf einfache Weise entleert werden.

30

Bei einer alternativen vorteilhaften Ausführungsvariante
weist die Entleereinrichtung für jedes Substanzkompartiment
einen verstellbaren Kolben auf. Die Substanz kann dann mit
diesem Kolben aus dem Substanzkompartiment ausgestossen
35 werden. Anstelle eines Kolbens kann auch ein anderes mecha-



nisches Bauteil verwendet werden. Die Verstellung des Kolbens bzw. anderen mechanischen Bauteils kann beispielsweise durch Motoren, Federn, Magnete oder Piezoelemente bewirkt werden.

5

Bei einer weiteren alternativen Ausführungsvariante weist die Entleereinrichtung Mittel zur Veränderung der Geometrie jedes einzelnen Substanzkompartiments auf, die vorzugsweise Mittel zur Erzeugung eines mechanischen Drucks, einer elektrischen Spannung oder einer Temperaturänderung umfassen. Die Mittel zur Erzeugung eines mechanischen Drucks umfassen beispielsweise Piezoelemente, insbesondere piezokeramische Verbundelemente. Durch die Geometrieänderung kann die aufgenommene Substanz vom Substanzkompartiment gelöst und dieses so entleert werden.

15

Bei noch einer alternativen Ausführungsvariante weist die Entleereinrichtung Mittel zur Veränderung der Oberflächeneigenschaften der Innenfläche jedes einzelnen Substanzkompartiments auf, die vorzugsweise Mittel zur Erzeugung einer elektrischen Spannung und/oder einer Temperaturänderung umfassen. Durch die Veränderung der Oberflächeneigenschaften kann die aufgenommene Substanz vom Substanzkompartiment gelöst und dieses so entleert werden.

25

Bei einer weiteren alternativen Ausführungsvariante weist die Entleereinrichtung Mittel zur Veränderung der Fliesseigenschaften der zu dosierenden Substanz in jedem einzelnen Substanzkompartiment auf, die vorzugsweise Mittel zur Erzeugung einer elektrischen Spannung oder einer Temperaturänderung umfassen. Durch die Veränderung der Fliesseigenschaften der zu dosierenden Substanz kann die aufgenommene Substanz vom Substanzkompartiment gelöst und dieses so entleert werden.

35



Vorteilhafterweise sind die Entleereinrichtung und die Substanzaufnahmeeinrichtung an der Waage angeordnet, so dass sie von dieser gewogen werden. Die Anordnung der Entleereinrichtung und der Substanzaufnahmeeinrichtung erfolgt
5 beispielsweise so wie dies in der WO 02/29369 A1 für eine herkömmliche Dosiervorrichtung beschrieben ist. Durch dieses Wägen von oben kann bestimmt werden, wieviel Substanz bei der Entleerung eines Substanzkompartiments abgegeben wird. Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist so ortsunabhängiger als beim Vorhandensein einer Waage unterhalb des mit
10 Substanz zu befüllenden Gefässes. Es kann zum Beispiel im ganzen Arbeitsbereich eines Roboterarms dosiert werden.

Alternativ zum Wägen von oben kann auch nur die Dosiervorrichtung oberhalb des zu befüllenden Gefässes angeordnet
15 sein, wenn dieses auf einer Waage steht.

Es ist auch möglich, mit zwei Waagen zu arbeiten: an einer wird das Dosiersystem angebracht, eine zweite steht unter
20 dem zu befüllenden Gefäss zur Kontrolle der oberen Waage.

Alternativ ist die Waage bzw. eine zweite Waage ausgebildet, um ein zu befüllendes Gefäss aufzunehmen und das Gewicht des Gefässes und der in das Gefäss dosierten Substanz zu messen. Ein Vorteil dieser Alternative ist, dass das Gewicht der bereits dosierten Substanz und nicht nur das Gewicht der abgegebenen Substanz gemessen wird, was eine Fehlerquelle ausschliesst. Falls zwei Waagen verwendet werden, wird unten mit Vorteil eine mindestens gleich präzise eingesetzt.
30 Die zweite Waage kann dabei direkt das zu befüllende Zielgefäss oder einen Zwischenbehälter messen, in den die Substanz vordosiert wird.

Das erfindungsgemässe Verfahren zur Dosierung von Substanzen mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung besteht im We-
35

sentlichen darin, dass

- a) durch Entleeren mindestens eines Substanz enthaltenden Substanzkompartiments einer Substanzaufnahmeeinrichtung Substanz in ein Gefäss dosiert wird;
- 5 b) mit einer Waage die Menge an dosierter Substanz bestimmt wird;
- c) durch Steuermittel berechnet wird, ob und allenfalls wieviel Substanz noch in das Gefäss zu dosieren ist, und je nach Resultat mit Schritt a) weitergefahren wird oder
- 10 die Dosierung beendet wird.

Dieses Verfahren ermöglicht ein schrittweises Annähern an die gewünschte Dosierung, das vollständig automatisch erfolgen kann. Eine besondere Geschicklichkeit des Bedieners

15 ist nicht erforderlich.

Mit Vorteil umfasst die Substanzaufnahmeeinrichtung Substanzkompartimente verschiedener Grössenklassen und wird zunächst die grösste Anzahl Substanzkompartimente der

20 grösstmöglichen Grössenklasse entleert, bei der noch sicher ist, dass die gewünschte Dosiermenge nicht überschritten wird, dann die grösste Anzahl Substanzkompartimente der nächstkleineren Grössenklasse, bei der noch sicher ist, dass die gewünschte Dosiermenge nicht überschritten wird,

25 usw. bis die gewünschte Dosiermenge mit der gewünschten Genauigkeit erreicht wird. Dies ermöglicht eine raschere Annäherung an die gewünschte Dosiermenge.

Bevorzugt wird nach jeder Entleerung eines Substanzkompartiments die Menge an dosierter Substanz bestimmt. Nach jeder Entleerung mit anschliessender Gewichtsmessung kann dann die Situation aufgrund exakterer Zahlen neu eingeschätzt werden.

30

35 Alternativ wird erst nach der Entleerung mehrerer Substanz-



kompartimente die Menge an dosierter Substanz bestimmt. Auf diese Weise kann Zeit eingespart werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante sind die Substanzkompartimente Röhrchen, die vor Schritt a) durch Eintauchen oder Einstechen in Substanz, die sich in einem Vorratsbehälter befindet, gefüllt werden und danach wieder aus der Substanz herausgezogen werden. Es kann so auf einfache Weise und automatisiert von den Substanzkompartimenten Substanz aufgenommen werden.

Mit Vorteil misst die Waage das sie belastende Gewicht vor und nach dem Füllen der Röhrchen und berechnen die Steuermittel daraus und aus der bekannten Geometrie der einzelnen Röhrchen die ungefähre Menge an Substanz in jedem Röhrchen. Die Dosierung kann dann basierend auf diesen Zahlen unmittelbar beginnen.

Vorteilhafterweise wird nach der ersten, vorzugsweise nach jeder, Entleerung eines Röhrchens einer Grössenklasse die ungefähre Menge an Substanz in einem Röhrchen dieser Grössenklasse neu geschätzt. Diese Kalibrierung ermöglicht eine genauere Bestimmung der Substanzmenge in einem Röhrchen einer bestimmten Grössenklasse.

25

Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante wird nach dem Füllen der Röhrchen zunächst je mindestens ein Röhrchen jeder Grössenklasse entleert und durch Bildung der Gewichts-differenz vor und nach der Entleerung jedes Röhrchens die ungefähre Menge an Substanz in einem Röhrchen dieser Grössenklasse bestimmt. Auch eine solche Kalibrierung ermöglicht eine genauere Bestimmung der Substanzmenge in einem Röhrchen einer bestimmten Grössenklasse.

35 Bevorzugt wird zunächst in einen Zwischenbehälter dosiert

und bei Erreichen der gewünschten Dosiermenge mit der gewünschten Genauigkeit der Zwischenbehälter in das Gefäß entleert, während bei Überschreiten der gewünschten Dosiermenge unter Berücksichtigung der gewünschten Genauigkeit der Zwischenbehälter wieder geleert und mit der Dosierung wieder begonnen wird. Eine Überdosierung kann so auch bei sehr kleinen Gewichtstoleranzen verhindert werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante wird durch eine zweite Waage, an der der Zwischenbehälter befestigt ist, die tatsächliche Dosiermenge im Zwischenbehälter bestimmt. Die Dosiergenauigkeit kann so erhöht werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante mit n gleichen Substanzkompartimenten wird das Gewicht G der gesamthaft aufgenommenen Substanz durch eine Wägung bestimmt und aus der Anzahl der Substanzkompartimente n die Masse g pro Substanzkompartiment berechnet:

$$g = G / n \quad (1)$$

Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante sind die Substanzkompartimente so in Grössenklassen mit jeweils klassenweise gleichem Volumen abgestuft, dass durch Auswahl von wenigen Substanzkompartimenten verschiedener Grössenklassen der ganze Dosierbereich abgedeckt werden kann. Die Volumen der Substanzkompartimente der verschiedenen Grössenklassen stehen in einem bekannten Verhältnis zueinander. Jede der i Grössenklassen umfasst n_i gleich grosse Substanzkompartimente. In diesem Fall wird die Berechnung der pro Substanzkompartiment aufgenommenen Substanzmenge nach Formel (2) durchgeführt, in der das Verhältnis des Volumens des einzelnen Substanzkompartiments zum Gesamtvolumen berücksichtigt wird. Das Gewicht der Substanz in einem Substanzkompartiment der Grössenklasse i ist g_i , das Volumenverhältnis wird durch den Beitrag $v_i / \sum (n_i \cdot v_i)$ ausgedrückt:

$$g_i = \frac{G \cdot v_i}{\sum_{i=1}^n (n_i \cdot v_i)} \quad (2)$$

Dabei ist zu beachten, dass sich die Ausdrücke "Volumen" und "Volumenverhältnisse" immer auf die aufgenommene bzw. aufzunehmende Substanz und nicht auf die leeren Substanzkompartimente beziehen, was für die ganze Patentanmeldung gilt. Bei einem in der Vertikalen gleichbleibenden Querschnitt sind die Volumenverhältnisse der leeren Substanzkompartimente untereinander gleich wie die der aufgenommenen Substanz. Bei einem variierenden Querschnitt müssen die entsprechenden Verhältnisse der geometrischen Form entsprechend berechnet werden.

Die mit Substanz gefüllten Substanzkompartimente werden über das zu befüllende Gefäss gebracht und die Substanzkompartimente werden individuell (einzeln oder mehrere oder alle gleichzeitig) oder gesamthaft durch Ausstossen der aufgenommenen Substanz von oben entleert.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung besteht im Verfahren zur Dosierung von Substanzen, das mit der erfindungsgemässen Dosiervorrichtung möglich ist.

Der Benutzer legt zunächst ein Zielband um den Sollwert fest, innerhalb dem der erreichte Wert liegen muss. Dies macht er im klassischen manuellen Verfahren bewusst oder unbewusst ebenfalls. Das kleinste mögliche Zielband entspricht der Masse der zu dosierenden Substanz in einem Substanzkompartiment der kleinsten Grössenklasse.

30

Sind die Substanzaufnahmeeinrichtung und die Entleereinrichtung an einer obenliegenden Waage angebracht, so ist

aus dem Gesamtgewicht und dem bekannten Leergewicht der Substanzaufnahme-einrichtung und der Entleereinrichtung das Gesamtgewicht der aufgenommenen Substanz bekannt. Da auch die Volumenverhältnisse und die Anzahl der Substanzkompartimente bekannt sind, kann nach Formel 2 das durchschnittliche Füllgewicht pro Substanzkompartiment für jede Grössenklasse berechnet werden, wobei die individuellen Füllmengen durchaus eine signifikante Streuung aufweisen können. Aufgrund des durchschnittlichen Füllgewichts kann das Steuerungsprogramm entscheiden, welche Substanzkompartimentgrösse jeweils als nächstes dosiert werden soll, bis das Zielband durch immer kleinere Zugaben erreicht ist, wobei nach jeder Zugabe gewogen wird, um die tatsächlich dosierte Menge an Substanz zu bestätigen und über die weiteren Zugaben zu entscheiden.

Beispiel

Substanzaufnahme-einrichtung und Entleereinrichtung leer:
15.0000 g

Substanzaufnahme-einrichtung und Entleereinrichtung nach Substanzaufnahme: 15.0064 g
Aufgenommenes Gesamtgewicht G: 6.4 mg
Zu dosieren (Sollwert und Zielband): 3.32 mg \pm 0.01 mg

Berechnung der Füllmenge pro Substanzkompartiment:
1 Grössenklasse mit 10 Substanzkompartimenten, Volumen dieser Substanzkompartimente: $V_1 = 0.1 \mu\text{l}$
3 Grössenklassen mit je 4 Substanzkompartimenten, Volumina der Substanzkompartimente dieser Grössenklassen:
 $V_2 = 1 \mu\text{l}$,
 $V_3 = 3 \mu\text{l}$,
 $V_4 = 9 \mu\text{l}$

Nach Formel 2 werden für die verschiedenen Grössenklassen folgende durchschnittlich zu erwartende Füllmengen berechnet:

$$g_1 = G \cdot v_1 / \Sigma (n_i \cdot v_i) = 6.4 \text{ mg} \cdot 0.1 \text{ } \mu\text{l} / [(10 \cdot 0.1 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 1 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 3 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 9 \text{ } \mu\text{l})] = 0.0121 \text{ mg}$$

$$g_2 = G \cdot v_2 / \Sigma (n_i \cdot v_i) = 6.4 \text{ mg} \cdot 1 \text{ } \mu\text{l} / [(10 \cdot 0.1 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 1 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 3 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 9 \text{ } \mu\text{l})] = 0.121 \text{ mg}$$

10

$$g_3 = G \cdot v_3 / \Sigma (n_i \cdot v_i) = 6.4 \text{ mg} \cdot 3 \text{ } \mu\text{l} / [(10 \cdot 0.1 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 1 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 3 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 9 \text{ } \mu\text{l})] = 0.362 \text{ mg}$$

$$g_4 = G \cdot v_4 / \Sigma (n_i \cdot v_i) = 6.4 \text{ mg} \cdot 9 \text{ } \mu\text{l} / [(10 \cdot 0.1 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 1 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 3 \text{ } \mu\text{l}) + (4 \cdot 9 \text{ } \mu\text{l})] = 1.09 \text{ mg}$$

15

Es wird dann gemäss der folgenden Tabelle dosiert:

Zu- gabe	Berechnete nächste Zu- gabe in mg	Messung der kumulierten Zugaben in mg	Effektive letzte Zu- gabe in mg	Entscheid über nächste Aktion:
0	0	0	0	Zugabe gross
1	1.09	1.003	1.003	Zugabe gross
2	1.09	2.385	1.382	Zugabe mittel
3	0.362	2.679	0.294	Zugabe mittel
4	0.362	3.152	0.473	Zugabe klein
5	0.121	3.281	0.129	Zugabe feinst
6	0.0121	3.291	0.0099	Zugabe feinst
7	0.0121	3.304	0.0133	Zugabe feinst
8	0.0121	3.317	0.0125	Ende

20 Die effektive letzte Zugabe wird jeweils entweder aufgrund der bisherigen Zugaben berechnet oder mit einer zweiten Waage gemessen.



Vorteilhafterweise wird immer mit dem gemessenen kumulierten Wert weitergearbeitet, nicht mit der berechneten Summe der einzelnen Zugaben, damit sich unvermeidbare Wägefehler nicht kumulieren.

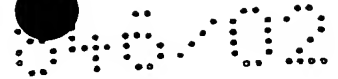
5

Alternativ dazu kann (beispielsweise wenn nur eine untere Waage verwendet wird und somit das aufgenommene Gesamtgewicht nicht bekannt ist oder um Zeit zu sparen) zu Beginn des Dosiervorgangs durch das Entleeren mehrerer Substanzkompartimente mit jeweils nachfolgender Wägung die durchschnittlich abgegebene Substanzmenge pro Grössenklasse bestimmt werden, d.h. eine Kalibration vorgenommen werden. Dies kann direkt in das zu befüllende Gefäss erfolgen. Bei sehr kleinen zu dosierenden Substanzmengen kann dieser Schritt in ein Abfallgefäss erfolgen. Da dadurch die durchschnittlich zugegebene Substanzmenge pro Grössenklasse bekannt wird, kann danach durch gleichzeitiges Entleeren mehrerer Substanzkompartimente geeigneter Grösse sehr schnell bis zu einer Schwelle unterhalb der unteren Grenze des Zielbandes dosiert werden, d.h. eine Grobdosierung vorgenommen werden. Bei der nachfolgenden Feindosierung entscheidet wiederum das Steuerungsprogramm, welche Substanzkompartimentgrösse jeweils dosiert wird, bis das Zielband erreicht ist, wobei nach jeder Zugabe gewogen wird.

25

Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante wird zu einem geeigneten Zeitpunkt während des Dosiervorgangs aus den bisherigen Zugaben und/oder aus den Daten der Kalibration die effektive durchschnittliche Füllmenge und die statistische Verteilung der Substanzmengen pro Grössenklasse berechnet. Das Steuerungsprogramm kann dann den Entscheid, aus welcher Grössenklasse als nächstes dosiert wird, respektive die Schwelle, bis zu der mehrere Substanzkompartimente gleichzeitig entleert werden, dieser Verteilung anpassen. So wird auch bei sehr ungünstiger, d.h. breiter

35



Verteilung der Füllmengen das Zielband zuverlässig erreicht und ein Überdosieren mit einer wesentlich höheren Wahrscheinlichkeit verhindert.

- 5 Im Folgenden werden die erfindungsgemässe Vorrichtung und das erfindungsgemässe Verfahren zur Dosierung von Substanzen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen detaillierter beschrieben. Es zeigen:
- 10 Fig. 1 - eine Perspektivansicht einer Substanzaufnahmeeinrichtung und einer Entleereinrichtung eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Vorrichtung zur Dosierung von Substanzen;
- 15 Fig. 2 - eine schematische Schnittansicht der Vorrichtung von Fig. 1 mit von der Entleereinrichtung getrennter Substanzaufnahmeeinrichtung;
- 20 Fig. 3 - eine schematische Schnittansicht der voneinander getrennten Substanzaufnahmeeinrichtung und Entleereinrichtung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Vorrichtung;
- 25 Fig. 4 - schematisch die Aufnahme von pulverförmiger Substanz durch die Substanzaufnahmeeinrichtung von Fig. 1 durch Einstechen in in einem Vorratsbehälter vorhandene Substanz;
- 30 Fig. 5 - schematisch die Aufnahme von flüssiger Substanz durch die Substanzaufnahmeeinrichtung von Fig. 1 durch Eintauchen in in einem Vorratsbehälter vorhandene Substanz;



- Fig. 6 - schematisch die Aufnahme von fester Substanz durch die Substanzaufnahmeeinrichtung von Fig. 1 durch Einstechen in einen Festkörper;
- 5 Fig. 7 - eine Schnittansicht des unteren Endes eines Substanzkompartiments in Form eines unten zugespitzten Röhrchens;
- 10 Fig. 8 - eine Schnittansicht des unteren Endes eines Substanzkompartiments in Form eines unten scharfkantig ausgebildeten Röhrchens;
- 15 Fig. 9 - eine schematische Schnittansicht der Substanzaufnahmeeinrichtung von Fig. 1 mit unterschiedlich vorgefüllten, durch Folien verschlossenen Substanzkompartimenten;
- 20 Fig. 10 - schematisch das Entleeren eines Substanzkompartiments durch einen pneumatischen Druckstoss;
- Fig. 11 - schematisch das Entleeren eines Substanzkompartiments durch einen mittels einer Kolbenbewegung mechanisch induzierten Druckstoss;
- 25 Fig. 12 - schematisch einen Teil einer Entleereinrichtung und einer Substanzaufnahmeeinrichtung mit einem mit pulverförmiger Substanz gefüllten Substanzkompartiment;
- 30 Fig. 13 - schematisch das Entleeren des Substanzkompartiments von Fig. 12 durch Veränderung von dessen Geometrie durch mechanischen Druck;
- 35 Fig. 14 - schematisch die Aufnahme einer pulverförmigen Substanz durch Einstechen eines Substanzkomparti-



ments in in einem Vorratsbehälter vorhandene Sub-
stanz;

5 Fig. 15 - schematisch das Anlegen einer Spannung zur
Veränderung der Geometrie des Substanzkomparti-
ments von Fig. 14 zur Verbesserung der Aufnahme
von Substanz;

10 Fig. 16 - schematisch das Entleeren des Substanzkomparti-
ments von Fig. 15 durch eine Änderung der ange-
legten Spannung zur Umkehrung der Geometrieände-
rung;

15 Fig. 17 - schematisch einen Teil einer Entleereinrichtung
und einer Substanzaufnahmeeinrichtung mit einem
mit flüssiger Substanz gefüllten Substanzkompar-
timent;

20 Fig. 18 - schematisch das Entleeren des Substanzkomparti-
ments von Fig. 17 durch Veränderung der Oberflä-
cheneigenschaften der Innenfläche des Substanz-
kompartiments durch Anlegen einer elektrischen
Spannung;

25 Fig. 19 - schematisch das erste Ausführungsbeispiel der er-
findungsgemässen Vorrichtung mit einer oberhalb
eines zu befüllenden Gefässes angeordneten Waage,
an der die Entleereinrichtung und die Substanz-
aufnahmeeinrichtung befestigt sind;

30 Fig. 20 - schematisch ein drittes Ausführungsbeispiel der
erfindungsgemässen Vorrichtung mit einer unter-
halb eines zu befüllenden Gefässes angeordneten
Waage;



Fig. 21 - schematisch ein viertes Ausführungsbeispiel der
erfindungsgemässen Vorrichtung mit einer oberhalb
eines zu befüllenden Gefässes angeordneten ersten
Waage, an der die Entleereinrichtung und die Sub-
stanzaufnahmeeinrichtung befestigt sind, und ei-
ner unterhalb des zu befüllenden Gefässes ange-
ordneten zweiten Waage;

Fig. 22 - ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiel des
erfindungsgemässen Verfahrens zur Dosierung von
Substanzen; und

Fig. 23 - eine Darstellung eines Beispiels der Dosierung
einer Substanz mit dem in Fig. 22 dargestellten
Verfahren.

Der in den Fig. 1 und 2 dargestellte Teil eines ersten Aus-
führungsbeispiels der erfindungsgemässen Vorrichtung zur
Dosierung von Substanzen umfasst eine Substanzaufnahmeein-
richtung 1 mit einer Trägerplatte 12, beispielsweise aus
Kunststoff, an der eine Vielzahl von Substanzkompartimenten
in Form von Röhrchen 11 angebracht sind, die beispielsweise
aus Glas, Kunststoff oder Metall sind. Von den oben und un-
ten offenen Röhrchen 11 liegen in sechs Grössenklassen je-
weils sechs Röhrchen 11 vor. Die Röhrchen 11 einer Grössen-
klasse weisen den gleichen Innendurchmesser auf und sind in
x-Richtung nebeneinander angeordnet. In y-Richtung nehmen
die Innendurchmesser der Röhrchen 11 grössenklassenweise
ab. Aufgrund der verschiedenen Innendurchmesser nehmen die
Röhrchen 11 verschiedener Grössenklassen normalerweise ver-
schiedene Mengen an zu dosierender Substanz auf.

Die Substanzaufnahmeeinrichtung 1 ist über die Trägerplatte
12 an einer Entleereinrichtung 2 abnehmbar befestigt. Die
Entleereinrichtung 2 weist einen Entleermechanismus auf,



mit dem die Röhrrchen 11 einzeln entleert werden können. In Fig. 2 sind hiervon in vertikaler Richtung bewegbare Kolben 122 sichtbar, die in die Röhrrchen 11 hineingestossen werden und dabei die Substanz in den betreffenden Röhrrchen 11 aus diesen hinausdrücken. Jedem Röhrrchen 11 ist ein Kolben 122 zugeordnet. Jeder Kolben 122 ist einzeln betätigbar, wobei übliche Antriebssysteme verwendet werden können.

Die Substanzaufnahmeeinrichtung 1 und die Entleereinrichtung 2 sind vorzugsweise an einem nicht gezeichneten verstellbaren Roboterarm angeordnet. Ebenfalls nicht gezeichnet ist hier die zur Vorrichtung gehörende Waage, auf die weiter unten näher eingegangen wird.

Für die gesamte weitere Beschreibung gilt folgende Festlegung. Sind in einer Figur zum Zweck zeichnerischer Eindeutigkeit Bezugszeichen enthalten, aber im unmittelbar zugehörigen Beschreibungstext nicht erwähnt, oder umgekehrt, so wird auf deren Erläuterung in vorangehenden Figurenbeschreibungen Bezug genommen.

Fig. 3 zeigt die Substanzaufnahmeeinrichtung 15 und die Entleereinrichtung 2 eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Vorrichtung, wobei die Entleereinrichtung 2 mit den Kolben 122 derjenigen des ersten Ausführungsbeispiels entspricht. Die Substanzaufnahmeeinrichtung 15 umfasst hingegen eine Substanzplatte 125, beispielsweise aus Kunststoff oder Metall, in die Substanzkompartimente 115 eingebohrt sind. Die Substanzplatte 125 ist nach unten in der Mitte zugespitzt, was ein einfacheres Eintauchen oder Einstechen in zu dosierende Substanz ermöglicht. Ausserdem ist sie leichter und kostengünstiger herstellbar als die Substanzaufnahmeeinrichtung 1 gemäss dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 4 zeigt die Aufnahme von pulverförmiger Substanz durch die Röhrchen 11 der Substanzaufnahmeeinrichtung 1 durch Einstechen in Substanz 5, die in einem Vorratsbehälter 4 vorhanden ist. Der vertikale Pfeil deutet die vertikale Verstellung der mit der Entleereinrichtung 2 verbundenen Substanzaufnahmeeinrichtung 1 zum Einstechen der Röhrchen 11 in die Substanz 5 an. Nach dem Einstechen werden die Röhrchen 11 wieder aus der Substanz 5 herausgezogen, wobei dann aufgrund von Reibungskräften je nach Innendurchmesser der Röhrchen 11 unterschiedliche Mengen an Substanz 5 in den Röhrchen 11 aufgenommen bleiben.

Fig. 5 zeigt die Aufnahme von flüssiger Substanz durch die Röhrchen 11 der Substanzaufnahmeeinrichtung 1 durch Eintauchen in flüssige Substanz 50, die im Vorratsbehälter 4 vorhanden ist. Der vertikale Pfeil deutet die vertikale Verstellung der mit der Entleereinrichtung 2 verbundenen Substanzaufnahmeeinrichtung 1 zum Eintauchen der Röhrchen 11 in die Substanz 50 an. Nach dem Eintauchen werden die Röhrchen 11 wieder aus der Substanz 50 herausgezogen, wobei dann aufgrund von Kapillarkräften je nach Innendurchmesser der Röhrchen 11 unterschiedliche Mengen an Substanz 50 in den Röhrchen 11 aufgenommen bleiben.

Fig. 6 zeigt die Aufnahme von fester Substanz durch die Röhrchen 11 der Substanzaufnahmeeinrichtung 1 durch Einstechen in einen Festkörper 500. Der Festkörper 500 kann aus einem fast beliebigen Material sein, das ein Einstechen der Röhrchen 11 zulässt, beispielsweise aus Polymermaterial, eine Wachsplatte oder ein Apfel. Der vertikale Pfeil deutet die vertikale Verstellung der mit der Entleereinrichtung 2 verbundenen Substanzaufnahmeeinrichtung 1 zum Einstechen der Röhrchen 11 in den Festkörper 500 an. Nach dem Einstechen werden die Röhrchen 11 wieder aus dem Festkörper 500 herausgezogen, wobei dann aufgrund von Reibungskräften je



nach Innendurchmesser der Röhrchen 11 unterschiedliche Mengen an fester Substanz 500 in den Röhrchen 11 aufgenommen bleiben.

- 5 In Fig. 7 ist das untere Ende eines Substanzkompartiments in Form eines unten zugespitzten Röhrchens 110 dargestellt, während Fig. 8 das untere Ende eines Substanzkompartiments in Form eines unten scharfkantig ausgebildeten Röhrchens 111 zeigt. Diese speziellen Ausbildungen der unteren Enden
10 der Röhrchen 110, 111 ermöglichen ein einfacheres Einstecken in pulverförmige oder feste Substanzen. Bei flüssigen Substanzen führen diese speziellen Enden zu einem regelmässigeren Loslösen von Tropfen, d.h. zu gleichmässigeren effektiven Dosiermengen von Röhrchen 110, 111 der gleichen
15 Grössenklasse.

Die in Fig. 9 dargestellte Substanzaufnahmeeinrichtung entspricht im Wesentlichen derjenigen von Fig. 1, die Röhrchen 11 sind aber bereits mit grössenklassenweise unterschiedlichen Mengen an Substanz 5 vorgefüllt. Die Röhrchen 11 sind
20 oben und unten durch Folien 14 bzw. 13 verschlossenen, so dass die Substanzaufnahmeeinrichtung problemlos transportiert und gelagert werden kann, ohne dass Substanz 5 verloren geht oder verschmutzt wird. Die Folien 13, 14 können
25 unmittelbar vor der Verwendung als ganzes abgezogen werden oder sie werden alternativ beim Entleeren der Substanzkompartimente 11 zerstört, wobei vorzugsweise solche Folien 13, 14 verwendet werden, die so zerrissen werden, dass keine Folienrückstände in die zu befüllenden Gefässe fallen.
30

Bei dem in Fig. 10 dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt das Entleeren eines Röhrchens 11 durch einen pneumatischen Druckstoss. Hierzu wird über eine Gasleitung 22
35 Stickstoff unter Druck in das Röhrchen 11 eingelassen, was



zu einem Druckstoss führt, welcher die aufgenommene Substanz 5 unten aus dem Röhrchen 11 hinausdrückt. Der Stickstoff stammt beispielsweise aus einem nicht dargestellten Stickstoffbehälter und sein Einlass in das Röhrchen 11 wird
5 durch Öffnen eines in der Gasleitung 22 angeordneten Ventils 23 gestartet.

Bei dem in Fig. 11 dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt das Entleeren eines Röhrchens 11 durch einen mechanisch induzierten Druckstoss. Hierzu weist die Entleereinrichtung 102 eine Zylinderplatte 121 auf, die mit einer
10 Vielzahl von vertikalen zylindrischen Bohrungen versehen ist, in denen jeweils ein Kolben 122 vertikal verschiebbar ist. Pro Röhrchen 11 ist ein Kolben 122 vorhanden, wobei
15 die Kolben 122 unabhängig voneinander mittels herkömmlichen Antrieben einzeln bewegbar sind.

Bei dem in den Fig. 12 und 13 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Röhrchen 211 einer Substanzaufnahmeeinrichtung 201 mit pulverförmiger Substanz 5 gefüllt. Das Röhrchen 211 weist flexible Wände auf, deren Geometrie durch
20 Ausübung eines mechanischen Drucks verändert werden kann. Zur Ausübung eines mechanischen Drucks auf das Röhrchen 211 weist eine Entleereinrichtung 202, an der die Substanzaufnahmeeinrichtung 201 über eine Trägerplatte 212 befestigt
25 ist, in Bohrungen in einer Basisplatte 221 Druckelemente 222 auf, beispielsweise Piezoelemente, insbesondere piezokeramische Verbundelemente. Im vorliegenden Fall wird das
Röhrchen 211 durch Ausübung eines mechanischen Drucks auf
30 seinen oberen Teil unten aufgeweitet, was zu einer Loslösung der aufgenommenen Substanz 5 und somit zur Entleerung des Röhrchens 211 führt.

Die Fig. 14 und 15 zeigen das Aufnehmen einer pulverförmigen Substanz 5 durch Einstechen eines Röhrchens 330 einer
35



Substanzaufnahmeeinrichtung in die im Vorratsbehälter 4 vorhandene Substanz 5. Nach dem Einstechen in die Substanz 5 wird der untere Teil des Röhrchens 330, das zumindest in seinem unteren Teil flexible Wände aufweist, durch Anlegen
5 einer elektrischen Spannung an seinen oberen Teil verengt, wodurch die im Röhrchen 330 vorhandene Substanz 5 verdichtet und festgeklemmt wird. Das Anlegen der elektrischen Spannung erfolgt mittels einer Entleereinrichtung, an der die Substanzaufnahmeeinrichtung über eine Trägerplatte 312
10 befestigt ist. Die Entleereinrichtung weist hierzu Spannungselektroden 331 und 332 auf, die in einer Basisplatte 321 derart gelagert sind, dass sie mit dem Röhrchen 330 in Kontakt bringbar sind. Damit sich die Geometrie des unteren Teils des Röhrchens 330 aufgrund des Anlegens einer Span-
15 nung im oberen Teil ändert, sind am unteren Teil beispielsweise Piezoelemente, insbesondere piezokeramische Verbundelemente, angebracht, die in elektrisch leitender Verbindung mit den Bereichen des Röhrchens 330 sind, an denen die Spannung angelegt wird.

20 Nach dem Herausziehen des Röhrchens 330 aus dem Vorratsbehälter 4 kann es beispielsweise mittels eines Roboterarms, an dem die Entleereinrichtung und die Substanzaufnahmeeinrichtung angebracht sein können, von oben in ein Gefäß 6,
25 in das die Substanz 5 zu dosieren ist, eingeführt werden. Wie in Fig. 16 dargestellt, wird die angelegte elektrischen Spannung dann umgepolt, was bei geeigneter Ausbildung des Röhrchens 330 und der Piezoelemente zu einer Aufweitung des unteren Teils des Röhrchens 330 und zu einer Entleerung des
30 Röhrchens 330 führt.

Bei dem in den Fig. 17 und 18 dargestellten Ausführungsbeispiel weist eine Entleereinrichtung 302 ebenfalls Spannungselektroden 331 und 332 auf, die in einer Basisplatte
35 321 derart gelagert sind, dass sie mit einem flüssige Sub-



stanz 50 enthaltenden Röhrchen 311 in Kontakt bringbar sind. Die Entleereinrichtung 302 kann aber zusätzlich oder alternativ auch Temperiermittel 322, beispielsweise eine elektrische Widerstandsheizung, aufweisen, mit denen die
5 Temperatur des Röhrchens 311 verändert werden kann. Auch hier ist die das Röhrchen 311 enthaltende Substanzaufnahme-
einrichtung 301 über die Trägerplatte 312 mit der Entleer-
einrichtung 302 verbunden.

Durch Anlegen einer elektrischen Spannung mit den Span-
10 nungselektroden 331 und 332 und/oder durch Verändern der Temperatur des Röhrchens 311 können die Oberflächeneigen-
schaften der Innenfläche des Röhrchens 311 geändert und auf diese Weise eine Entleerung des Röhrchens 311 ausgelöst
werden. Damit die Oberflächeneigenschaften im gewünschten
15 Sinne geändert werden, kann die Innenfläche des Röhrchens 311 beispielsweise mit einem Halbleiter beschichtet sein,
der durch das Anlegen einer elektrischen Spannung von einem isolierenden Zustand in einen leitenden Zustand übergeht.
Dadurch ändert sich die Benetzbarkeit der Innenfläche des
20 Röhrchens 311, was die Entleerung auslösen kann.

Fig. 19 zeigt schematisch das erste Ausführungsbeispiel der
erfindungsgemässen Vorrichtung mit einer oberhalb eines zu
befüllenden Gefässes 6 angeordneten Waage 3, an der die
25 Entleereinrichtung 2 und die Substanzaufnahmeeinrichtung 1
über Koppellemente 7, 8 angebracht sind. Die Waage 3 ist
beispielsweise wie in der WO 02/29369 beschrieben aufge-
baut, auf die an dieser Stelle explizit verwiesen wird, und
die Befestigung der Substanzaufnahmeeinrichtung 1, Entleer-
30 einrichtung 2 und Koppellemente 7, 8 kann auf äquivalente
Weise erfolgen.

Fig. 20 zeigt schematisch ein drittes Ausführungsbeispiel
der erfindungsgemässen Vorrichtung mit einer unterhalb des



zu befüllenden Gefässes 6 angeordneten Waage 503, welche eine herkömmliche Waage sein kann.

Bei dem in Fig. 21 dargestellten vierten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Vorrichtung ist oberhalb des zu befüllenden Gefässes 6 die erste Waage 3 angeordnet, an der die Entleereinrichtung 2 und die Substanzaufnahmeeinrichtung 1 über die Koppellemente 7, 8 angebracht sind, während unterhalb des zu befüllenden Gefässes 6 die zweite Waage 503 angeordnet ist. Es kann so sowohl die von der Substanzaufnahmeeinrichtung 1 abgegebene Menge an Substanz als auch die im Gefäss 6 sich ansammelnde Menge an Substanz gemessen werden.

Fig. 22 zeigt ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verfahrens zur Dosierung von Substanzen. Zunächst werden der zu erreichende Sollwert und in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Substanzkompartimente das sich aus der gewünschten Genauigkeit ergebende Zielband festgelegt (im Flussdiagramm nicht dargestellt).

Danach findet eine Kalibration K der Substanzkompartimente der hier m verschiedenen Grössenklassen statt. Dazu werden nacheinander n Substanzkompartimente einer Grössenklasse entleert und jeweils nach jeder Entleerung wird gewogen. Hieraus kann die durchschnittliche Substanzmenge in einem Substanzkompartiment dieser Grössenklasse berechnet werden. Alle m Grössenklassen werden nacheinander kalibriert.

Nach der Kalibration K findet eine Grobdosierung G statt. Dabei wird zunächst eine Schwelle berechnet, bis zu der ohne grosse Gefahr einer Überdosierung grobdosiert werden kann. Nach der Schwellenberechnung erfolgt die Berechnung der zur Erreichung der Schwelle noch benötigten Substanzzugaben. Die berechneten Substanzzugaben werden dann durch



Entleerung der entsprechenden Anzahl Substanzkompartimente in das zu befüllende Gefäss vorgenommen.

5 In der nachfolgenden Feindosierung F wird zunächst gewogen, wieviel in das zu befüllende Gefäss dosiert worden ist. Das Messresultat wird dann mit dem Zielband verglichen. Liegt das Messresultat im Zielband ist die Dosierung beendet. Liegt es unterhalb des Zielbands, wird ein weiteres geeignetes Substanzkompartiment entleert und wieder gewogen etc.
10 bis schliesslich das Zielband erreicht wird.

In Fig. 23 ist ein Beispiel der Dosierung einer Substanz mit dem oben beschriebenen Verfahren dargestellt. Zunächst werden der Sollwert 910 und das Zielband 920 festgelegt.
15 Danach werden die $m = 3$ verschiedenen Grössenklassen von Substanzkompartimenten nacheinander kalibriert, wobei für jede Grössenklasse $n = 3$ Entleerungen und Wägungen vorgenommen werden. Hieraus wird dann für jede Grössenklasse die durchschnittliche Substanzmenge in einem Substanzkomparti-
20 ment berechnet.

In der nachfolgenden Grobdosierung G wird zunächst die Schwelle 900 berechnet, bis zu der ohne grosse Gefahr einer Überdosierung grobdosiert werden kann. Nach der Schwellen-
25 berechnung erfolgt die Berechnung der zur Erreichung der Schwelle noch benötigten Substanzzugaben und diese werden anschliessend durch Entleerung der entsprechenden Anzahl Substanzkompartimente in das zu befüllende Gefäss vorgenommen.

30

Schliesslich erfolgt die Feindosierung F, in der zunächst gewogen wird, wieviel in das zu befüllende Gefäss dosiert worden ist. Im vorliegenden Fall hat sich gezeigt, dass das Zielband 920 noch nicht erreicht worden ist, und es wird
35 ein Substanzkompartiment der zweiten Grössenklasse ent-

945400

leert, nochmals gewogen, wieder mit dem Zielband 920 verglichen, noch ein Substanzkompartiment der dritten Grössenklasse entleert, nochmals gewogen, wieder mit dem Zielband 920 verglichen, nochmals ein Substanzkompartiment der dritten Grössenklasse entleert, nochmals gewogen und wieder mit dem Zielband 920 verglichen. Es konnte dann festgestellt werden, dass das Messresultat im Zielband liegt, und die Dosierung konnte beendet werden.



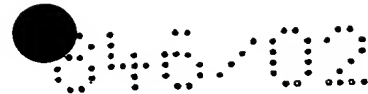
Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Dosierung von Substanzen, mit einer Substanzaufnahmeeinrichtung (1; 15; 201; 301), die
5 mindestens ein Substanzkompartiment (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) zur Aufnahme von zu dosierender Substanz (5; 50; 500) umfasst, einer Entleereinrichtung (2; 102; 202; 302) zur Entleerung des mindestens einen Substanzkompartiments (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) und einer Waage
10 (3; 503) zur Bestimmung der Menge an dosierter Substanz (5; 50; 500), dadurch gekennzeichnet, dass die Substanzaufnahmeeinrichtung (1; 15; 201; 301) eine Vielzahl von Substanzkompartimenten (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) umfasst, die einzeln entleerbar sind, und die Vorrichtung ausserdem
15 Steuermittel umfasst, die die Entleerung der Substanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) in Abhängigkeit von der mittels der Waage (3; 503) bestimmten Menge an dosierter Substanz (5; 50; 500) steuern.

20 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Substanzaufnahmeeinrichtung (1; 15; 201; 301) Substanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) verschiedener Grössenklassen umfasst, mit denen verschiedene Mengen an zu dosierender Substanz (5; 50; 500)
25 aufnehmbar sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der Grössenklassen über mindestens einen Faktor 5 abgestuft sind, vorzugsweise im
30 Verhältnis 1:2:5.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Sub-



stanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) mit zu dosierender Substanz (5; 50; 500) vorgefüllt und vorzugsweise verschlossen sind.

5 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Substanzkompartimente durch vertikal angeordnete Röhrchen (11; 110; 111; 211; 311; 330) gebildet sind.

10 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Röhrchen (11; 110; 111; 211; 311; 330) grössenklassenweise verschiedene Innendurchmesser aufweisen.

15 7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendurchmesser der Röhrchen (11; 110; 111; 211; 311; 330) kleiner als 5 mm, vorzugsweise kleiner als 1 mm, bevorzugter kleiner als 0,5 mm, noch bevorzugter kleiner als 0,1 mm, sind.

20 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Röhrchen sich von oben nach unten verjüngen.

25 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Röhrchen (110; 111) unten zugespitzt oder scharfkantig ausgebildet sind.

30 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Röhrchen (11; 110; 111; 211; 311; 330) mit zu dosierender Substanz (5; 50; 500) vorgefüllt und vorzugsweise die beiden Enden der Röhrchen (11; 110; 111; 211; 311; 330) mit einer Folie
35 (13, 14) verschlossen sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Sub-
stanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) eine
5 Innenfläche mit einem arithmetischen Mittenrauhwert R_a
grösser als 0,5 μm aufweisen.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass sie verschiedene Klassen von
10 Substanzkompartimenten (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330)
mit Innenflächen mit unterschiedlichen arithmetischen Mit-
tenrauhwerten R_a aufweist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
15 dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Sub-
stanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) an
ihrer Innenfläche flexible Lamellen und/oder Widerhaken
aufweisen.

20 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass sie verschiedene Klassen von
Substanzkompartimenten (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330)
mit Innenflächen mit unterschiedlicher Benetzbarkeit auf-
weist.

25 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Substanzaufnahmeeinrich-
tung (1; 15; 201; 301) von der Entleereinrichtung (2; 102;
202; 302) automatisch lösbar ist.

30 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass die Substanzkompartimente (11;
110; 111; 211; 311; 330) in der Substanzaufnahmeeinrichtung
(1; 201; 301) einzeln montiert sind und ihre Anzahl varii-
35 bar ist.



17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Substanzkompartimente (11;
110; 111; 211; 311; 330) in der Substanzaufnahmeeinrichtung
5 (1; 201; 301) einzeln zwischen einer Füllposition, in der
sie befüllbar sind, und einer inaktiven Position, in der
sie nicht befüllbar sind, verstellbar montiert sind.

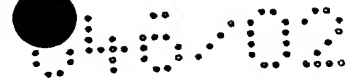
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
10 dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur vertikalen Ver-
stellung der Substanzaufnahmeeinrichtung (1; 15; 201; 301)
umfasst.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
15 dadurch gekennzeichnet, dass die Entleereinrichtung (2)
Mittel (22, 23) zur Beaufschlagung jedes einzelnen Sub-
stanzkompartiments (11) mit Druckgas umfasst.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
20 dadurch gekennzeichnet, dass die Entleereinrichtung (102)
für jedes Substanzkompartiment (11) einen verstellbaren
Kolben (122) aufweist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,
25 dadurch gekennzeichnet, dass die Entleereinrichtung (202)
Mittel zur Veränderung der Geometrie jedes einzelnen Sub-
stanzkompartiments (211; 330) aufweist, die vorzugsweise
Mittel (222; 331, 332) zur Erzeugung eines mechanischen
Drucks, einer elektrischen Spannung oder einer Temperatur-
30 änderung umfassen.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, dass die Entleereinrichtung (302)
Mittel zur Veränderung der Oberflächeneigenschaften der In-
35 nenfläche jedes einzelnen Substanzkompartiments (311) auf-



weist, die vorzugsweise Mittel (322, 331, 332) zur Erzeugung einer elektrischen Spannung und/oder einer Temperaturänderung umfassen.

5 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Entleereinrichtung Mittel zur Veränderung der Fliesseigenschaften der zu dosierenden Substanz (5; 50; 500) in jedem einzelnen Substanzkompartiment aufweist, die vorzugsweise Mittel zur Erzeugung einer
10 elektrischen Spannung oder einer Temperaturänderung umfassen.

 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Entleereinrichtung (2;
15 102; 202; 302) und die Substanzaufnahmeeinrichtung (1; 15; 201; 301) an der Waage (3) angeordnet sind, so dass sie von dieser gewogen werden.

 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 24,
20 dadurch gekennzeichnet, dass die Waage (503) bzw. eine zweite Waage (503) ausgebildet ist, um ein zu befüllendes Gefäß (6) aufzunehmen und das Gewicht des Gefäßes (6) und der in das Gefäß (6) dosierten Substanz (5; 50; 500) zu messen.

25

 26. Verfahren zur Dosierung von Substanzen mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) durch Entleeren mindestens eines Substanz (5; 50; 500)
30 enthaltenden Substanzkompartiments (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) einer Substanzaufnahmeeinrichtung (1; 15; 201; 301) Substanz (5; 50; 500) in ein Gefäß (6) dosiert wird;
- b) mit einer Waage (3; 503) die Menge an dosierter Substanz
35 (5; 50; 500) bestimmt wird;

c) durch Steuermittel berechnet wird, ob und allenfalls wieviel Substanz (5; 50; 500) noch in das Gefäss (6) zu dosieren ist, und je nach Resultat mit Schritt a) weitergefahren wird oder die Dosierung beendet wird.

5

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Substanzaufnahmeeinrichtung (1; 15; 201; 301) Substanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) verschiedener Grössenklassen umfasst und zunächst die
10 grösste Anzahl Substanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) der grösstmöglichen Grössenklasse entleert wird, bei der noch sicher ist, dass die gewünschte Dosiermenge nicht überschritten wird, dann die grösste Anzahl Substanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330)
15 der nächstkleineren Grössenklasse, bei der noch sicher ist, dass die gewünschte Dosiermenge nicht überschritten wird, usw. bis die gewünschte Dosiermenge mit der gewünschten Genauigkeit erreicht wird.

20

28. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass nach jeder Entleerung eines Substanzkompartiments (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) die Menge an dosierter Substanz (5; 50; 500) bestimmt wird.

25

29. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass erst nach der Entleerung mehrerer Substanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) die Menge an dosierter Substanz (5; 50; 500) bestimmt wird.

30

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Substanzkompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) vor Schritt a) durch Eintauchen oder Einstechen in Substanz (5; 50; 500), die sich in einem Vorratsbehälter (4) befindet, gefüllt werden und da-
35 nach wieder aus der Substanz (5; 50; 500) herausgezogen

werden.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Waage (3) das sie belastende Gewicht vor
5 und nach dem Füllen der Substanzkompartimente (11; 110;
111; 115; 211; 311; 330) misst und die Steuermittel daraus
und aus der bekannten Geometrie der einzelnen Substanzkom-
partimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) die ungefähre
Menge an Substanz (5; 50; 500) in jedem Substanzkomparti-
10 ment (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) berechnen.

32. Verfahren nach Anspruch 30 oder 31, dadurch ge-
kennzeichnet, dass nach der ersten, vorzugsweise nach je-
der, Entleerung eines Substanzkompartiments (11; 110; 111;
15 115; 211; 311; 330) einer Grössenklasse die ungefähre Menge
an Substanz (5; 50; 500) in einem Substanzkompartiment (11;
110; 111; 115; 211; 311; 330) dieser Grössenklasse neu ge-
schätzt wird.

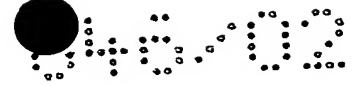
20 33. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 32,
dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Füllen der Substanz-
kompartimente (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330) zunächst
je mindestens ein Substanzkompartiment (11; 110; 111; 115;
211; 311; 330) jeder Grössenklasse entleert wird und durch
25 Bildung der Gewichts Differenz vor und nach der Entleerung
jedes Substanzkompartiments (11; 110; 111; 115; 211; 311;
330) die ungefähre Menge an Substanz (5; 50; 500) in einem
Substanzkompartiment (11; 110; 111; 115; 211; 311; 330)
dieser Grössenklasse bestimmt wird.

30

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 33,
dadurch gekennzeichnet, dass zunächst in einen Zwischenbe-
hälter dosiert wird und bei Erreichen der gewünschten Do-
siermenge mit der gewünschten Genauigkeit der Zwischenbe-
35 hälter in das Gefäss (6) entleert wird, während bei Über-

schreiten der gewünschten Dosiermenge unter Berücksichtigung der gewünschten Genauigkeit der Zwischenbehälter wieder geleert und mit der Dosierung wieder begonnen wird.

- 5 35. Verfahren nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine zweite Waage, an der der Zwischenbehälter befestigt ist, die tatsächliche Dosiermenge im Zwischenbehälter bestimmt wird.



Zusammenfassung

Eine Vorrichtung zur Dosierung von Substanzen weist eine Substanzaufnahmeeinrichtung (1) auf, die eine Vielzahl von Substanzkompartimenten (11) zur Aufnahme von zu dosierender Substanz umfasst, die einzeln entleerbar sind. Die Vorrichtung umfasst ausserdem eine Entleereinrichtung (2) zur Entleerung der Substanzkompartimente (11), eine Waage (3) zur Bestimmung der Menge an dosierter Substanz und Steuermit-
10 tel, die die Entleerung der Substanzkompartimente (11) in Abhängigkeit von der mittels der Waage (3) bestimmten Menge an dosierter Substanz (5) steuern. Mit der Vorrichtung können unterschiedlichste Substanzen mittels eines Annäherungsverfahrens mit hoher Geschwindigkeit schrittweise ge-
15 nau dosiert werden.

(Fig. 19)

Fig.1

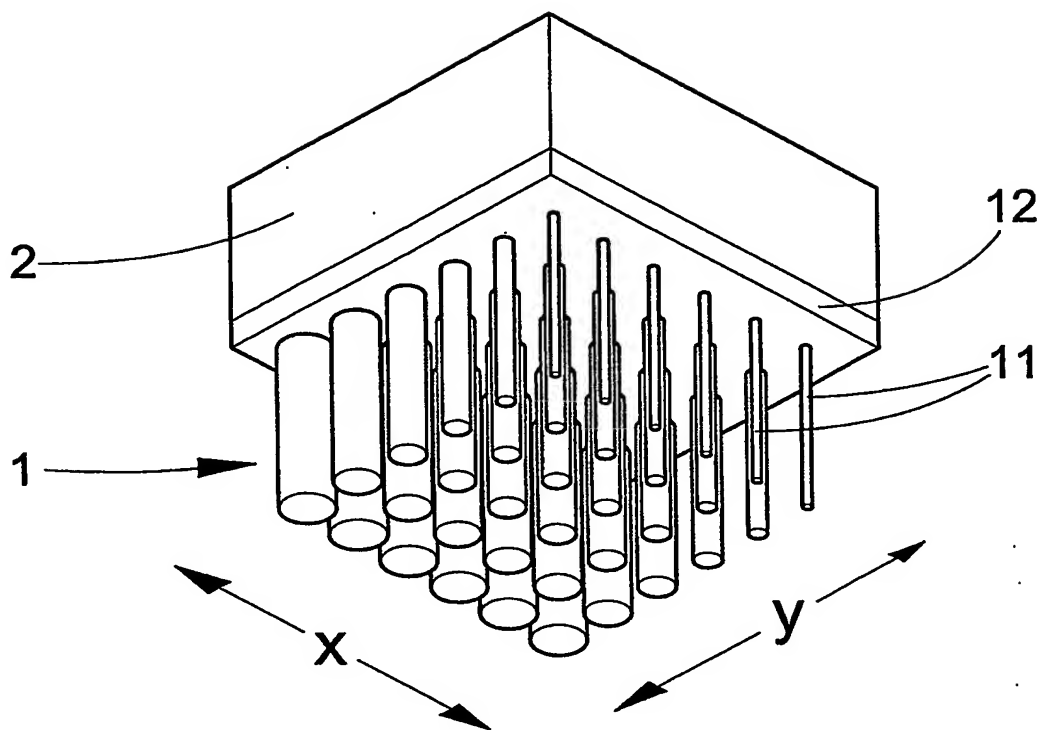


Fig.2

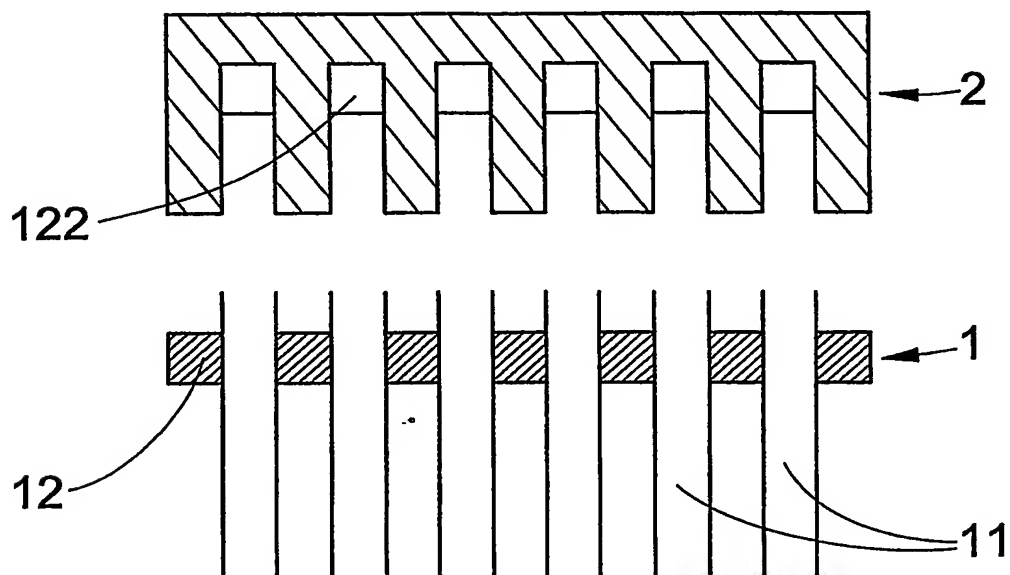


Fig.3

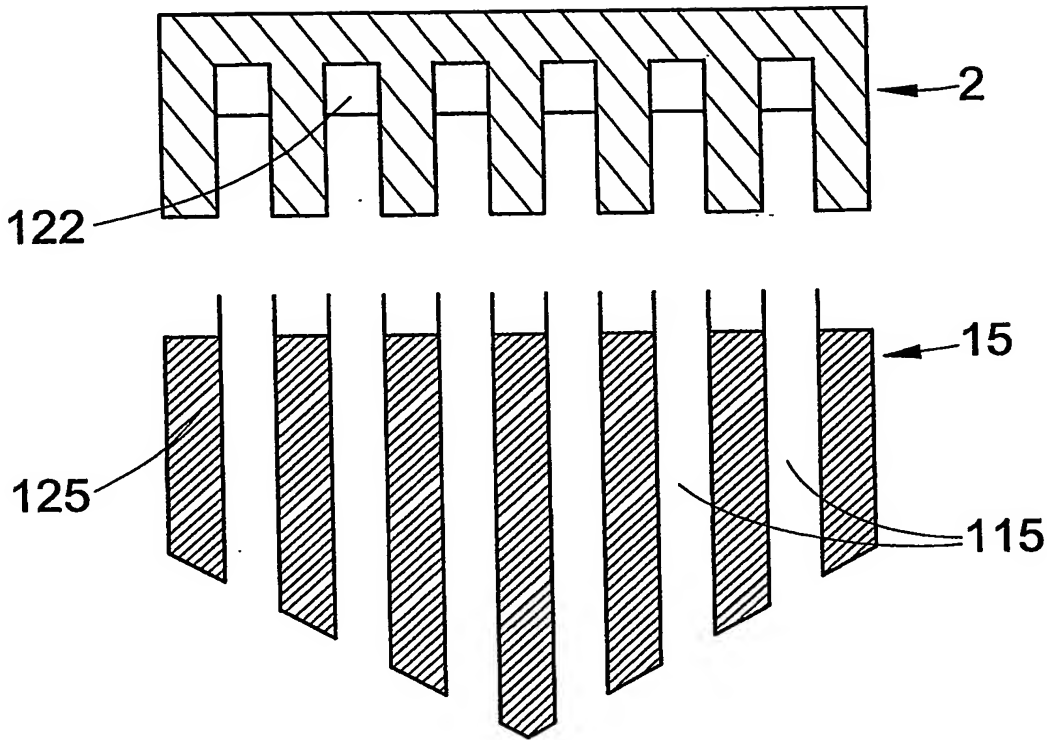


Fig.4

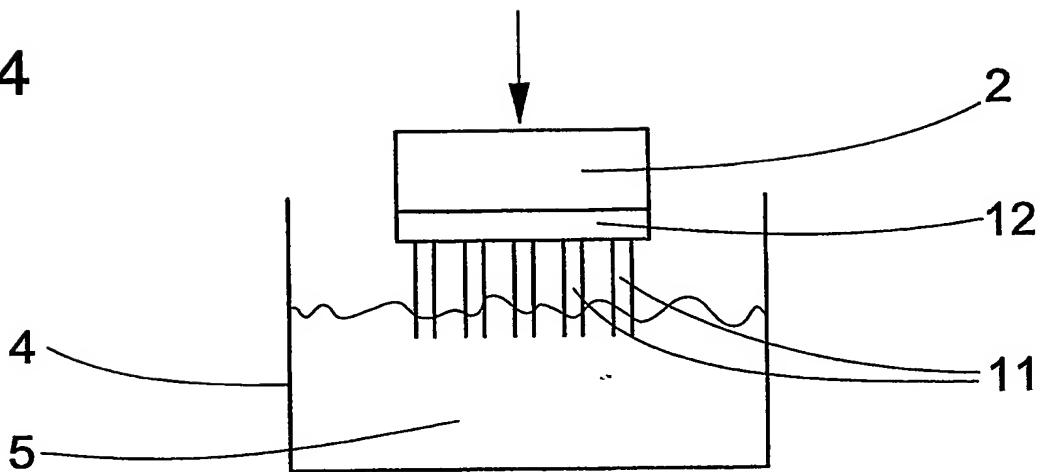


Fig.5

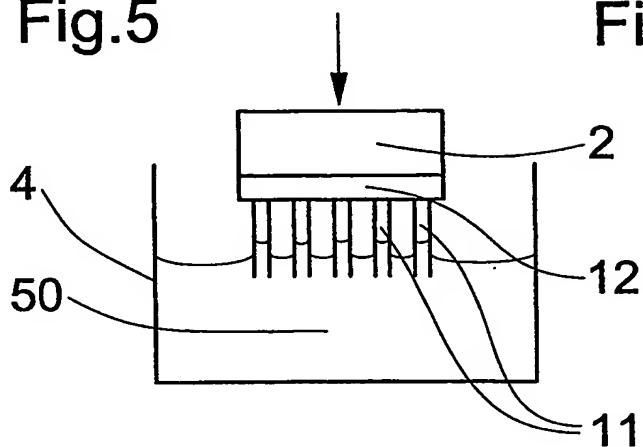


Fig.6

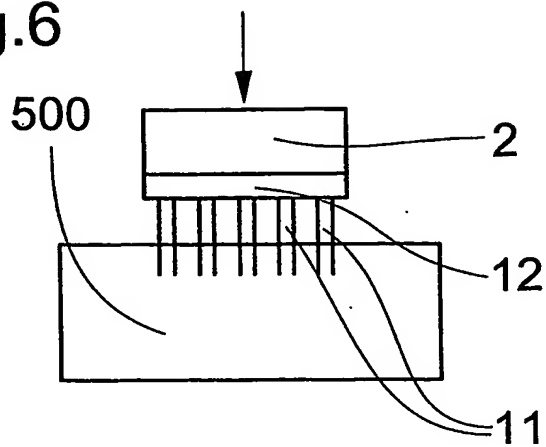


Fig.7

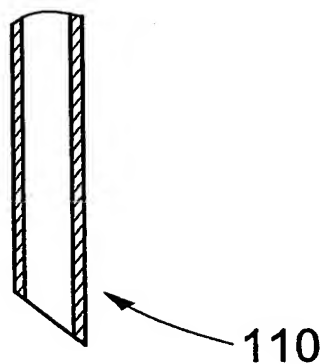


Fig.8

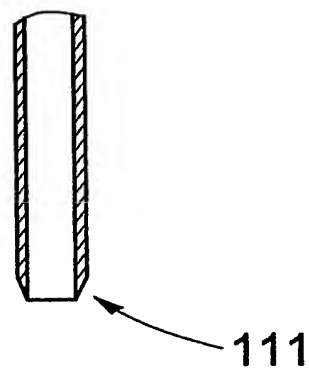
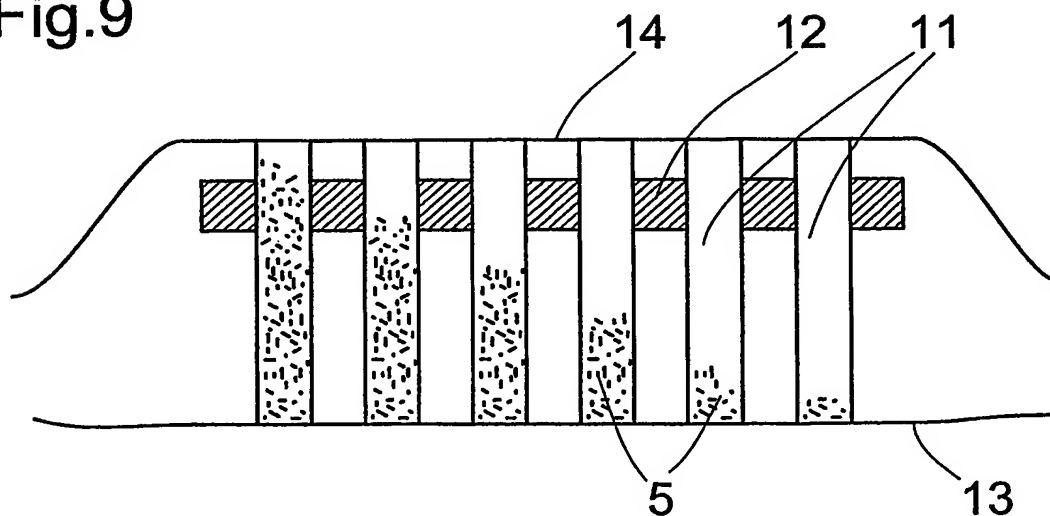


Fig.9



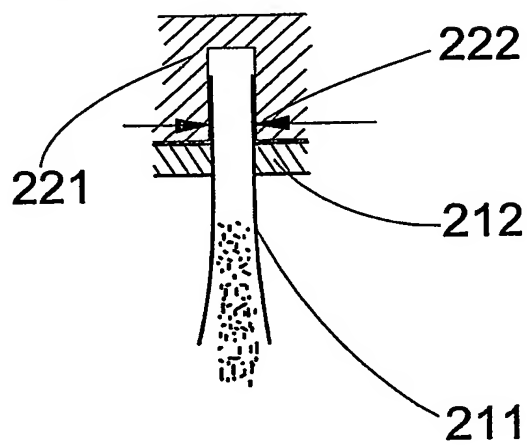
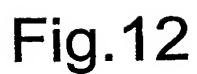


Fig.14

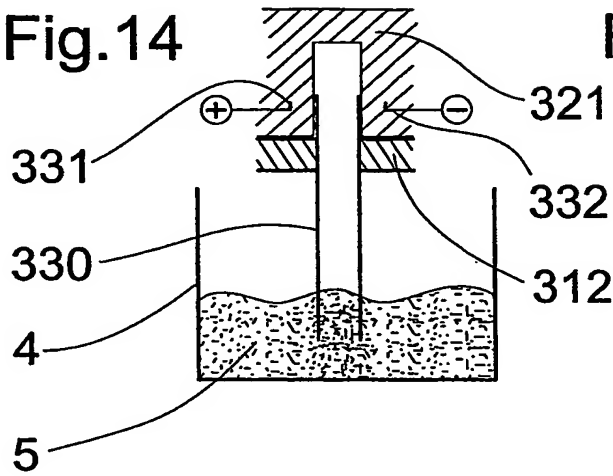


Fig.15

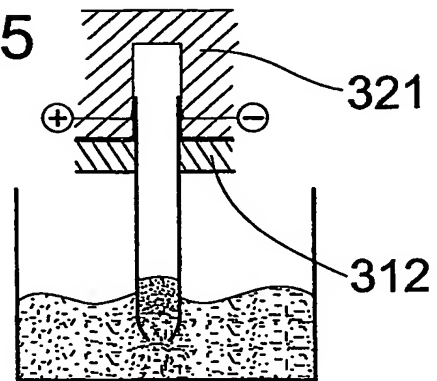


Fig.16

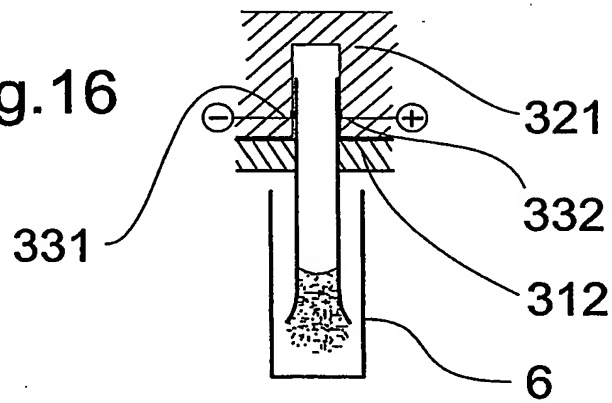


Fig.17

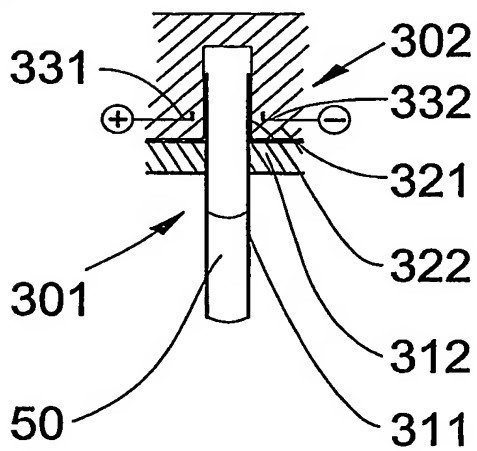


Fig.18

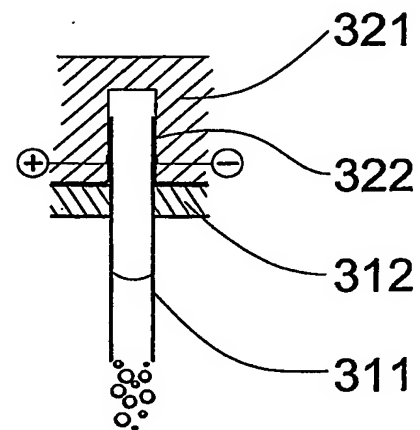


Fig.19

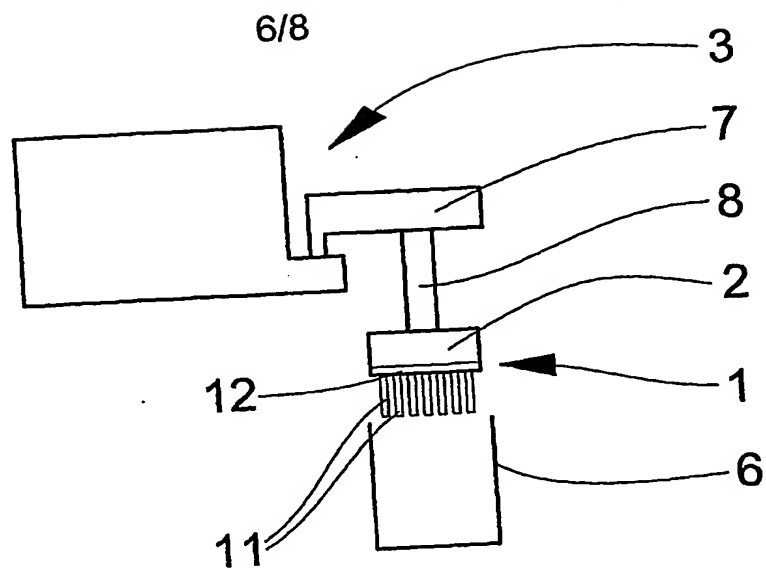


Fig.20

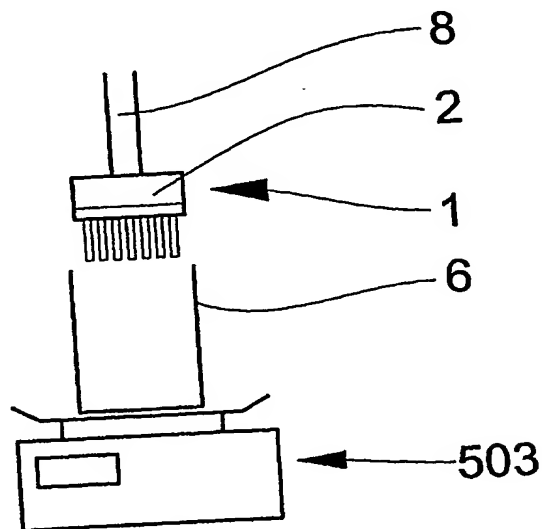


Fig.21

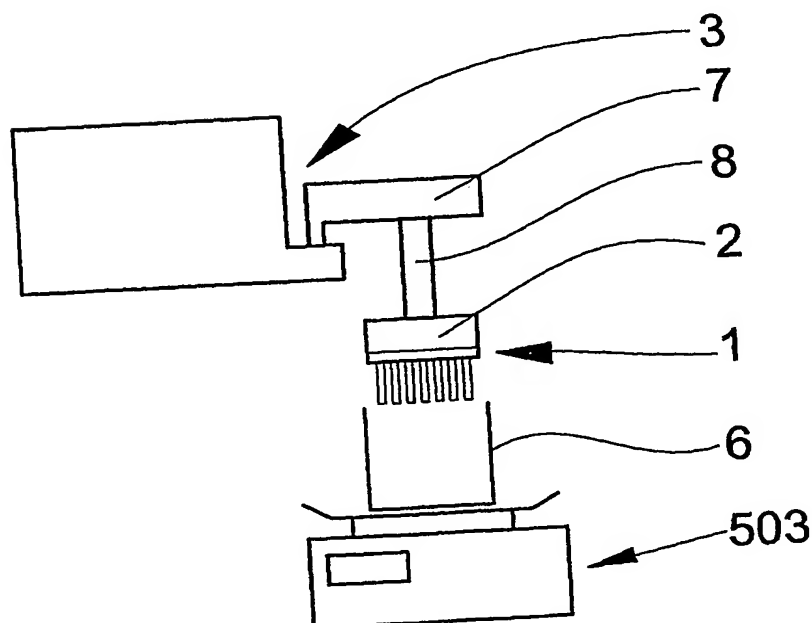
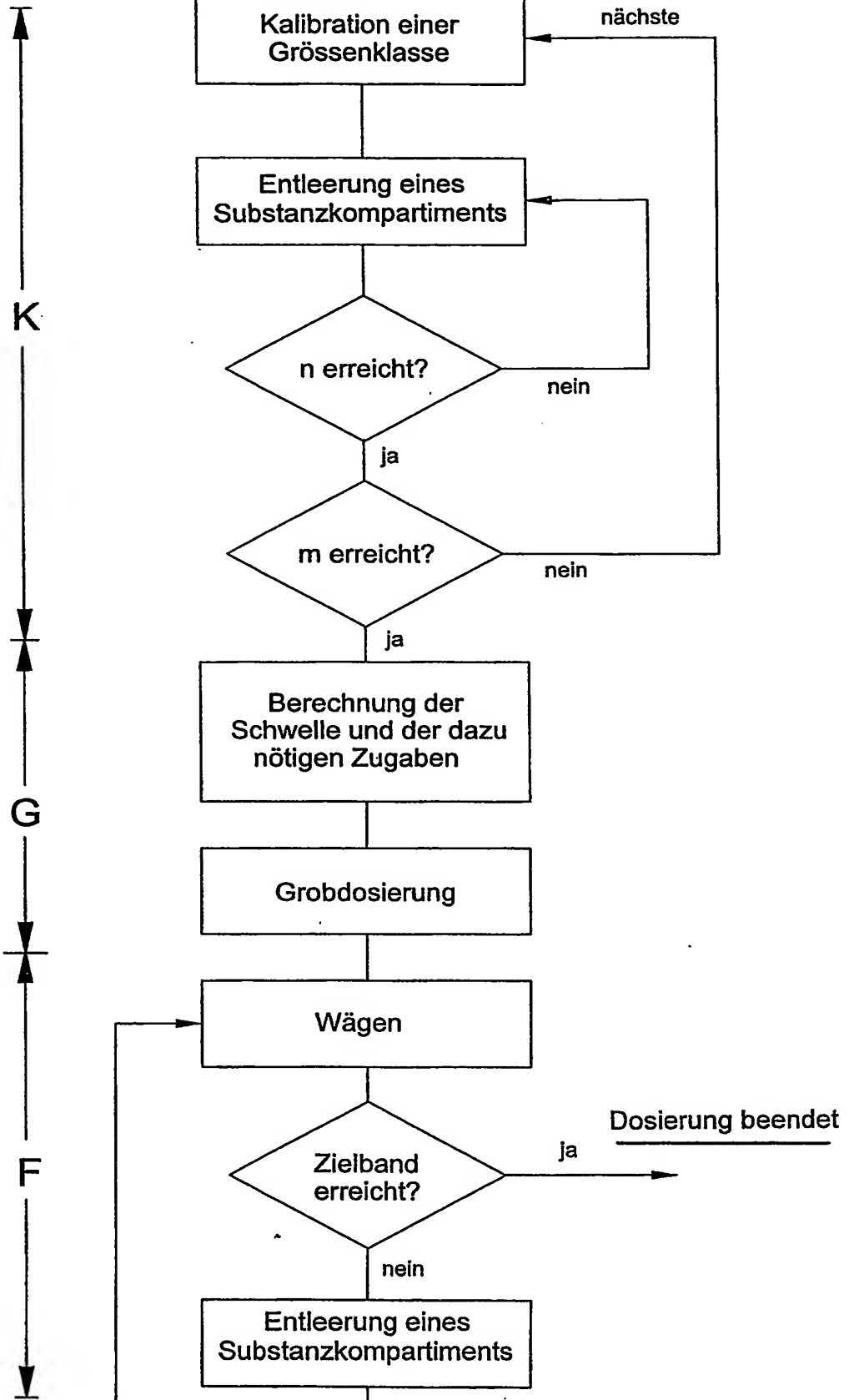


Fig.22



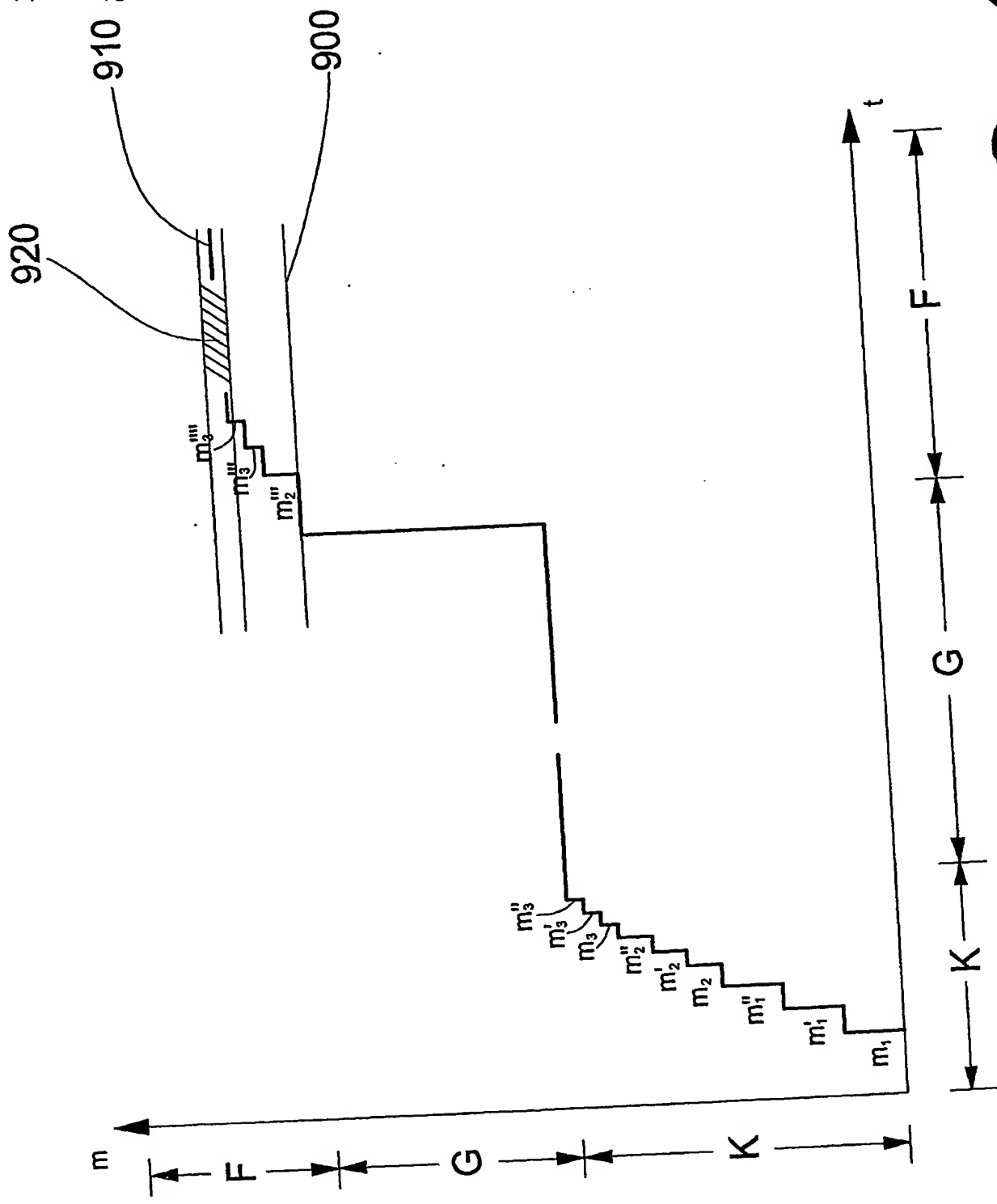


Fig.23